

## **MEDIDAS MITIGADORAS PARA ATROPELAMENTO DE FAUNA SILVESTRE: UMA ANÁLISE E UMA PROPOSTA**

Beatriz César Maestá<sup>1</sup>

Lysio Séllos<sup>2</sup>

Cecília Bueno<sup>3</sup>

### **Recursos Naturais**

### **RESUMO**

O crescimento do campo ecologia de estradas na última década constatou impactos ambientais causados pela malha viária, e a associação de medidas estruturais e de manejo é essencial para mitigação dos mesmos e preservação da biodiversidade. Sendo as passarelas de fauna consideradas uma medida estrutural de maior eficiência e abrangência nos grandes grupos de animais, o presente trabalho realizou uma pesquisa bibliográfica para analisar, pensar e propor materiais sustentáveis e designs potenciais para estas estruturas, que tragam benefícios ambientais e baixem o custo de sua produção viabilizando uma implementação em larga escala no Brasil. O kraftterra, concreto agregado com borracha de pneu e polímeros, são materiais de possível utilização, com cunho ecológico, que baixariam o custo e inovariam as medidas estruturais. Porém, materiais ainda não considerados confiáveis e previsíveis, como os polímeros, necessitam de mais estudos voltados para avaliação de materiais estruturais. O design proposto tem processo de produção já conhecido, custo reduzido e permite larga escala de produção. Mesclar esta proposta com o concreto com borracha de pneu agregado poderia ser uma alternativa muito eficiente. Assim, estudos devem ser realizados para confirmar a possível utilização dos materiais citados e também incentivar a interdisciplinaridade para que pesquisas de estruturas para fauna se amplifiquem, adequadas as diferentes realidades ambientais.

**Palavras-chave: Ecologia de Estradas; Atropelamento de Fauna; Conservação da biodiversidade; Impactos Ambientais.**

### **INTRODUÇÃO**

As estradas são imprescindíveis no atual contexto socioeconômico, entretanto, segundo Taylor & Goldingay, 2010, com a constatação da dimensão dos impactos ambientais associados, definiu-se a “ecologia de estradas” como uma nova área de estudo, que apresenta o atropelamento como causa majoritária da mortalidade da fauna.

No Brasil, a preocupação com o ramo é recente e bastante associada às áreas de preservação, visto que, conforme Andrade e Moura (2011), a principal ferramenta

---

<sup>1</sup>Aluna Beatriz César Maestá do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Veiga de Almeida, departamento Engenharia Ambiental, bmaesta@gmail.com.

<sup>2</sup>Prof. Dr. Lysio Séllos, Universidade Veiga de Almeida – Campus Tijuca, Departamento Engenharia Civil, lysio@uva.br.

<sup>3</sup>Prof. Dra. Cecília Bueno, Universidade Veiga de Almeida – Campus Tijuca, Departamento Ciências Biológicas, cecilia.bueno@uva.br.

administrativa utilizada para a proteção da diversidade biológica é a criação de Unidades de Conservação, que em sua maioria, são pequenos fragmentos de território, com redução intensificada pelas estradas.

Em análise, Lauxen, 2012, diz que pontes, elevadas e túneis minimizam ao extremo o impacto das rodovias sobre a fauna, porém a custos até dezenas de vezes maiores que um segmento de mesma extensão construído sob formas convencionais.

De acordo com Tony Clevenger (2014), a maioria das pontes para fauna são pesadas em termos de engenharia estrutural, e sem análises para sustentabilidade, redução de custo, estruturas leves e mais adaptáveis (<http://arc-solutions.org/new-materials>).

Assim, o objetivo dessa pesquisa é propor uma passarela de fauna, com baixo custo e que mitigue o atropelamento de animais silvestres, adaptada para os ecossistemas brasileiros.

## **METODOLOGIA**

O projeto se baseia em estudo bibliográfico, desenvolvido a partir publicações em livros, artigos, dissertações e teses, relacionados aos seguintes termos pesquisados: “Atropelamentos”, “Estradas”, “Animais Silvestres”, “Ecologia de estradas”, “Medidas Mitigatórias”, “Mitigação em Estradas”, “Road Ecology”, “Road”, “Materiais recicláveis na construção civil”, “Pneus na construção civil”, “Custos na construção civil”, “Polímeros na construção civil”, e a partir das suas bibliografias, textos relacionados foram adicionados a pesquisa. Os sistemas de busca utilizados foram o do CAPES, Scielo e Google Acadêmico.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As passarelas para travessia de animais são o inverso da maioria das pontes convencionais em termos de engenharia estrutural, são curtas em extensão, mas muito amplas. E inclui, necessariamente, uma espessa camada de solo e vegetação, imitando a paisagem de habitats locais. Assim, podem conter materiais flexíveis e adaptativos mais leves ou um sistema de construção modular, ou mesmo dinâmico. Essas inovações podem resultar em construções mais sustentáveis e acessíveis (<http://arc-solutions.org/new-materials>), baseado em estratégias adaptadas para a realidade local.

O Krafterra, provém de um projeto experimental de blocos de terra compactada - BTCs - com a incorporação de fibras de papel kraft proveniente da reciclagem de sacos de

cimento. Assim, incorporados pela produção dos kraf-terra, o material é uma alternativa econômico-sustentável, podendo chegar a ser 28,5% mais econômicos que os BTCs (Buson,2009).

Rebouças (et al. 2011), aponta que os mesmos tiveram bons resultados nos testes de compressão,apresentando-se resistentes e flexíveis. Nos testes de resistência ao fogo, foram classificados como material corta-fogo.Porém, nos testes com água, apresentou maior absorção que os BTC normais, com 7,6% de absorção, podendo levar a problemas de infiltração. Porcentagem reduzida para 1,6% com a adição de seiva de babosa.

Uma possível alternativa são os polímeros, utilizados em pontes mistas nos EUA, plásticos reforçados com fibra de vidro e aços para as ligações. Porém em temperaturas de 13º graus, o maior deslocamento medido da ponte foi de 32,5 mm, mostrando a menor rigidez do material, cerca de 20% a 30% menos que a madeira.

Com o aumento da temperatura se perde elasticidade, sendo uma limitação do material, talvez não indicado o Brasil que atinge maiores temperaturas facilmente. Além disso, estas passarelas são, normalmente, de extensões mais curtas do que as de uso veicular e mais amplas na largura, necessitando de um acompanhamento no comportamento do material nestas condições, já que este é, ainda, considerado um material de comportamento imprevisível.

De qualquer forma, de acordo com Krishnaswamy (2001) apud Parente, 2006, plástico reciclado reforçado com fibras, como os utilizados, é uma alternativa viável para pequenos vãos. E o material possui alto tempo de durabilidade, fácil transporte e benefícios ecológicos na gestão de resíduos, devendo ser considerado como uma opção para estudo.

Outro material a ser considerado, é o concreto com borracha de pneu agregado testados por Filho (2007), que com adição de 5% de borracha apresentaram uma resistência a compressão de 27,1 Mpa, podendo ser utilizados em pré-moldados com função estrutural, em conjunto, analisou que economicamente os valores podem chegar a uma redução de 7,6% dos valores do concreto convencional. Além disso, o concreto apresenta redução de peso facilitando a manipulação e diminuindo o desgaste de equipamentos, e alta capacidade de drenagem (Kimimura,2002).

Em relação às facilitações desenvolvidas pelo design das passarelas, desenhado por HNTB com MVVA Inc., no projeto empregou casca fina, com utilização de concreto pré-moldado, com as fôrmas baseadas num arco com três dobradiças, permitindo adaptação, a perturbação mínima do ambiente e montagem relativamente fácil, no local definido, sendo

instalações de pré-fabricação uma prática já conhecida, e usando um material confiável e previsível. O concreto pré-moldado é prontamente disponível para uso em larga escala, em muitos locais, o que reduz o custo de produção para as estruturas de travessia.

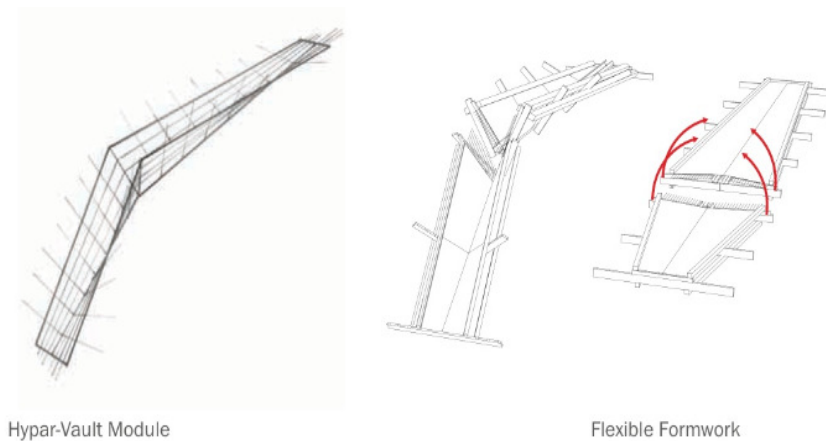


Figura 1. Módulo. (<http://arc-solutions.org/new-materials>)



Figura 2. Maquete ilustrativa. (<http://arc-solutions.org/new-materials>)

## CONCLUSÕES

Nas passarelas de fauna, okrafterra, o concreto agregado com borracha de pneu e os polímeros, são materiais ecológicos e de baixo custo, inovando as medidas estruturais.

Em relação aos polímeros e krafterra, necessita-se de mais avaliações para utilização como materiais estruturais, nos testes de temperatura e absorção de água, respectivamente. Porém, o concreto com borracha de pneu agregado apresentou-se como alternativa eficiente para utilização em pré-moldados com função estrutural, sendo economicamente viável, com boa drenagem e leveza, podendo ser integrado à proposta de

design sugerida que possibilita ainda mais redução do custo e facilidade de produção em larga escala.

Assim, estudos práticos devem ser realizados para averiguar a confiabilidade dos materiais citados e incentivar a interdisciplinaridade, amplificando pesquisas relacionadas ao tema, adequadas às realidades específicas ambientais.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E.V.E.; MOURA, G. J. B., **Proposta de manejo dos rodovias de REBIO Saltinho para mitigação do impacto sobre a anurofauna de solo.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, V.2, n.2, p.24-38, 2011
- ARC. **New materials: can exploring new materials change how we engineer our highways?**.2014. Disponível em: <http://arc-solutions.org/new-materials> Acesso em: 21/10/2014.
- Buson, M. A., **KRAFTERRA: Desenvolvimento e análise preliminar do desempenho técnico de componentes de terra com a incorporação de fibras de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para vedação vertical.** 2009. 135 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.
- Filho, C. V. G., **Levantamento do potencial de resíduos de borracha no Brasil e avaliação de sua utilização na indústria da construção civil.** 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2007.
- Kamimura, E., **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil.** 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- LAUXEN, M. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão.** 2012. 163 f. Trabalho de Conclusão de curso (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- Parente, R. A. **Elementos estruturais de Plástico Reciclado.** 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- Rebouças, A. S., et al. **KrafTerra: Tijolo Ecológico, Belo Horizonte, Brasil. E-xacta**, v.4, n.2., p.43-47, 2011
- TAYLOR, B. D., GOLDIGAY, R. L. Roads and wildlife: impacts, mitigation and implication for wildlife management in Australia. **Wildlife Research**, Lismore, n. 37, p. 1-12, 2010.